

УДК 615.19.071

<https://doi.org/10.33380/3034-3925-2025-2-3-34>

Растровая электронная микроскопия в анализе асперуги лежачей (*Asperugo procumbens* L.) травы

А. А. Гудкова✉, А. П. Лычагин✉✉

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ВГУ»). 394018, Россия, г. Воронеж, Университетская площадь, д. 1

✉ **Контактное лицо:** Гудкова Алевтина Алексеевна. **E-mail:** al.f84@mail.ru

✉✉ **Контактное лицо:** Лычагин Алексей Павлович. **E-mail:** alinevoroneg@mail.ru

ORCID: А. А. Гудкова – <https://orcid.org/0000-0001-5827-5953>;

А. П. Лычагин – <https://orcid.org/0009-0004-3479-3704>.

Статья поступила: 10.05.2025

Статья принята в печать: 10.06.2025

Статья опубликована: 11.06.2025

Резюме

Введение. Асперуга лежачая (*Asperugo procumbens* L.) относится к семейству бурачниковых (*Boraginaceae*) и является широко распространенным растением в Российской Федерации. Согласно последним исследованиям, асперуга трава проявляет противовоспалительные свойства, используется при бронхиальной астме, оказывает седативный, спазмолитический, антидепрессивный эффект. Несмотря на имеющиеся данные, асперуга лежачая относится к недостаточно изученным растениям, в частности отсутствует информация, касающаяся описания диагностически важных элементов ее строения, необходимых для формирования раздела «Подлинность» при разработке нормативной документации на растительное сырье «Асперуги лежачей трава».

Цель. Целью работы являлось установление идентификационных особенностей асперуги лежачей травы методом растровой электронной микроскопии.

Материалы и методы. Объектом в работе выступала высушенная естественным образом трава асперуги лежачей, заготовленная самостоятельно в мае 2023 года во время массового цветения в Воронежской области. Изучение морфологических признаков асперуги лежачей с использованием растровой электронной микроскопии проводили на электронном микроскопе JSM-6510LV (JEOL, Япония) после напыления углеродной нитью тонкой графитовой пленки на поверхность анализируемого объекта в вакууме.

Результаты и обсуждение. Исследование поверхности как листьев, так и цветка асперуги лежачей показало наличие складчатости эпидермиса. На листочках чашечки встречаются многочисленные простые одноклеточные грубобородавчатые волоски. Клетки верхнего эпидермиса листа округло-, нижнего – узкопрямоугольные. Устьица аномоцитного типа. На обеих сторонах листа располагаются простые одноклеточные волоски с плотными клеточными стенками и расширенным основанием. В результате первичной оценки присутствия основных элементов показано превалирующее содержание калия в поверхностных тканях как листа, так и чашечки, магний, фосфор и сера в большем количестве находятся в лепестках чашечки, где не был обнаружен азот, а натрий и кремний лидируют по содержанию в тканях верхней стороны листа. Наличие кальция показано только в тканях лепестков чашечки.

Заключение. Изучение анатомо-морфологических признаков асперуги лежачей методом растровой электронной микроскопии было проведено впервые. В результате исследования были уточнены и визуализированы главные идентификационные особенности асперуги лежачей травы, некоторые признаки были установлены впервые, а также выявлена их топография. В результате предварительной оценки присутствия наиболее распространенных элементов показано различие как в качественном, так и в количественном их содержании в заданной области эпидермиса листа и лепестков чашечки.

Ключевые слова: сперуга лежачая, растровая электронная микроскопия, внешние признаки, морфологические особенности, подлинность, микрорентгенструктурный анализ

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

© Гудкова А. А., Лычагин А. П., 2025

© Gudkova A. A., Lychagin A. P., 2025

Вклад авторов. А. П. Лычагин проводил заготовку растительного сырья и выполнял экспериментальную часть, касающуюся оценки идентификационных особенностей асперуги лежачей методом растровой электронной микроскопии. А. А. Гудкова разработала план исследования и участвовала в обработке полученных данных и написании текста статьи. Все авторы участвовали в обсуждении результатов.

Для цитирования: Гудкова А. А., Лычагин А. П. Растровая электронная микроскопия в анализе асперуги лежачей (*Asperugo procumbens* L.) травы. *Гербарий*. 2025;2(3):9–15. <https://doi.org/10.33380/3034-3925-2025-2-3-34>

Scanning electron microscopy in the analysis of *Asperugo procumbens* L. grass

Alevtina A. Gudkova✉, Alexey P. Lychagin✉✉

Voronezh State University. 1, Universitetskaya sq., Voronezh, 394018, Russia

✉ **Corresponding author:** Alevtina A. Gudkova. **E-mail:** al.f84@mail.ru

✉✉ **Corresponding author:** Alexey P. Lychagin. **E-mail:** alinevoroneg@mail.ru

ORCID: Alevtina A. Gudkova – <https://orcid.org/0000-0001-5827-5953>;

Alexey P. Lychagin – <https://orcid.org/0009-0004-3479-3704>.

Received: 10.05.2025

Accepted: 10.06.2025

Published: 11.06.2025

Abstract

Introduction. *Asperugo procumbens* L. belongs to the borage family (*Boraginaceae*) and is a widespread plant in the Russian Federation. According to recent studies, asperugi herb exhibits anti-inflammatory properties, is used for bronchial asthma, and has sedative, antispasmodic, and antidepressant effects. Despite the available data, *Asperugo procumbens* belongs to insufficiently studied plants, in particular, there is no information regarding the description of diagnostically important elements of its structure necessary for the formation of the "Authenticity" section when developing regulatory documentation for plant raw materials "*Asperugo procumbens herba*".

Aim. The purpose of the work was to establish the identification features of *Asperugo procumbens* grass using raster electronic microscopy.

Materials and methods. The object in the work was naturally dried *Asperugo procumbens* grass, harvested independently in May 2023 during mass flowering in the Voronezh region. The study of the morphological characteristics of *Asperugo procumbens* using scanning electron microscopy was carried out on a JSM-6510LV (JEOL, Japan) electron microscope (Japan) after sputtering a thin graphite film with a carbon filament onto the surface of the analyzed object in a vacuum.

Results and discussion. A study of the surface of both the leaves and the flower of *Asperugo procumbens* showed the presence of folding of the epidermis. Numerous simple unicellular coarsely warty hairs are found on the calyx leaves. The cells of the upper epidermis of the leaf are rounded, while the cells of the lower epidermis are narrow-rectangular. Stomata are anomocytic type. On both sides of the leaf there are simple unicellular hairs, with dense cell walls and an expanded base. As a result of the initial assessment of the presence of the main elements, it was shown that the prevailing content of potassium is in both the surface tissues of the leaf and the calyx, and magnesium, phosphorus and sulfur are found in greater quantities in the petals of the calyx, where nitrogen was not detected, and sodium and silicon are the leading contents in tissues of the upper side of the leaf. The presence of calcium is shown only in the tissues of the calyx petals.

Conclusion. The study of the anatomical and morphological signs of *Asperugo procumbens* using scanning electron microscopy was carried out for the first time. As a result of the study, the main identification features of *Asperugo procumbens* grass were clarified and visualized, some features were established for the first time, and their topography was also revealed. As a result of a preliminary assessment of the presence of the most common elements, a difference in both qualitative and quantitative content in the tissues of the leaf and calyx petals was shown.

Keywords: *Asperugo procumbens*, scanning electron microscopy, external features, morphological features, authenticity, X-ray microanalysis

Conflict of interest. The authors declare that they have no obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Contribution of the authors. Alexey P. Lychagin plant raw materials were collected and the experimental part was carried out regarding the assessment of the identification features of *Asperugo procumbens* using scanning electron microscopy. Alevtina A. Gudkova developed the study plan and participated in processing the obtained data. Alevtina A. Gudkova participated in writing the text of the article. All authors participated in the discussion of the results.

For citation: Gudkova A. A., Lychagin A. P. Scanning electron microscopy in the analysis of *Asperugo procumbens* L. grass. *Herbarium*. 2025;2(3):9–15. (In Russ.) <https://doi.org/10.33380/3034-3925-2025-2-3-34>

Введение

В последнее время все активнее прослеживается тенденция заимствования высокоточных методов анализа между различными направлениями. Примером может служить растровая электронная микроскопия (РЭМ), первоначально используемая в физике. Каждая подобная интеграция способствует не только повышению точности выполняемого анализа, но и расширению спектра решаемых задач.

Сейчас РЭМ нашла применение в широком научном диапазоне [1, 2], материаловедении, геологии [3], пищевой промышленности [4], биологии, медицине [5, 6], а также с недавнего времени в фармации [7–10]. РЭМ все чаще используется в ботанике и фармакогнозии для подробного анализа морфолого-анатомических структур растений, что дает возможность визуализации, описания особенностей и уточнения строения признаков [8–10] как уже известных в медицинской практике растений, так и новых, малоизученных видов. К последним, весьма перспективным, растениям, имеющим широкую сырьевую базу и встречающимся повсеместно на территории Российской Федерации, относится асперуга лежачая (*Asperugo procumbens* L., Madwort [11]) из семейства бурачниковых (*Boraginaceae*). Растение известно и за рубежом, где используется в пищу [12] и применяется в народной медицине, а также, учитывая распространенность, является примесным видом при заготовке некоторых лекарственных растений [13, 14]. Согласно последним исследованиям, асперуги трава проявляет противовоспалительные свойства, используется при бронхиальной астме [12], оказывает седативный, спазмолитический, антидепрессивный эффект [15–19]. Несмотря на имеющиеся данные, асперуга лежачая относится к недостаточно изученным растениям, в частности отсутствует информация, касающаяся описания диагностически важных элементов ее строения, необходимых для формирования раздела «Подлинность» при разработке нормативной документации на растительное сырье «Асперуги лежачей трава».

Целью работы являлось установление идентификационных особенностей асперуги лежачей травы методом растровой электронной микроскопии.

Материалы и методы

В качестве объекта исследования была использована высушенная естественным образом трава асперуги лежачей, заготовленная самостоятельно в мае 2023 года во время массового цветения в Воронежской области, пос. Елань-Колено. Изучение морфологических признаков асперуги лежачей с использованием растровой электронной микроскопии проводили на электронном микроскопе JSM-6510LV (JEOL, Япония). Пробоподготовка включала напыление углеродной нитью тонкой графитовой пленки величиной 3–5 микрон на поверхность анализируемого объекта

в вакууме. Оценку диагностических особенностей листьев асперуги проводили как с верхней, так и с нижней стороны [2, 8, 10].

Исследование осуществляли в Центре коллективного пользования Воронежского государственного университета (ЦКП ВГУ)¹.

Результаты и обсуждение

Метод растровой электронной микроскопии все чаще стал использоваться в фармации, в частности для оценки диагностических признаков растительного сырья в качестве дополнительного метода анализа [8, 10]. Преимуществом использования данного метода по сравнению с классическим методом оптической микроскопии является подробная визуализация структур, анализ которых затруднен по различным причинам (наличие большого количества трихом, изменение структуры диагностических элементов ввиду проведения пробоподготовки и др.), а также получение высококачественных снимков.

Основные диагностические характеристики, позволяющие с высокой степенью достоверности идентифицировать асперуги лежачей траву, приведены на микрофотографиях (рисунки 1–3). При оценке поверхности как листьев, так и цветка асперуги лежачей следует отметить складчатость эпидермиса, образовавшуюся за счет сильного обезвоживания тканей, особенно сильно проявляющуюся на элементах цветка (чашечке и венчике). На листочках чашечки визуализируются многочисленные простые одноклеточные волоски, располагающиеся преимущественно по краю. Трихомы чашечки имеют специфическое строение и выступают важным идентификационным признаком. Они имеют коническую форму, сильно вытянутые, плоские, с одной стороны имеют углубление. Клеточные стенки волоска очень плотные (грубобородавчатая поверхность) (рисунок 1).

Эпидермис верхней стороны листа имеет крупные клетки, в очертании округло-прямоугольные (рисунок 2). На нижней стороне листа клетки эпидермиса узкопрямоугольные, сильно вытянутые (рисунок 3). Устьица располагаются преимущественно на нижней стороне листа, однако редко встречаются и сверху, аномоцитного типа, устьичные щели открытые, замыкающие клетки удлинено-эллиптической формы. На верхней стороне и по краю листа (более многочисленные) располагаются простые одноклеточные волоски, они довольно длинные и тонкие, имеют расширенное основание, вокруг которого отчетливо заметны один или два ряда мелких клеток (подставка, или). Подобный тип волосков описан как «pili suffulti» или трихомы, расположенные на эпидермальных возвышениях [20]. Клеточная стенка волоска имеет грубобородавчатую структуру (рисунок 2).

¹ Центр коллективного пользования научным оборудованием (ЦКПНО). Доступно по: <http://ckp.vsu.ru>. Ссылка активна на 10.05.2025.

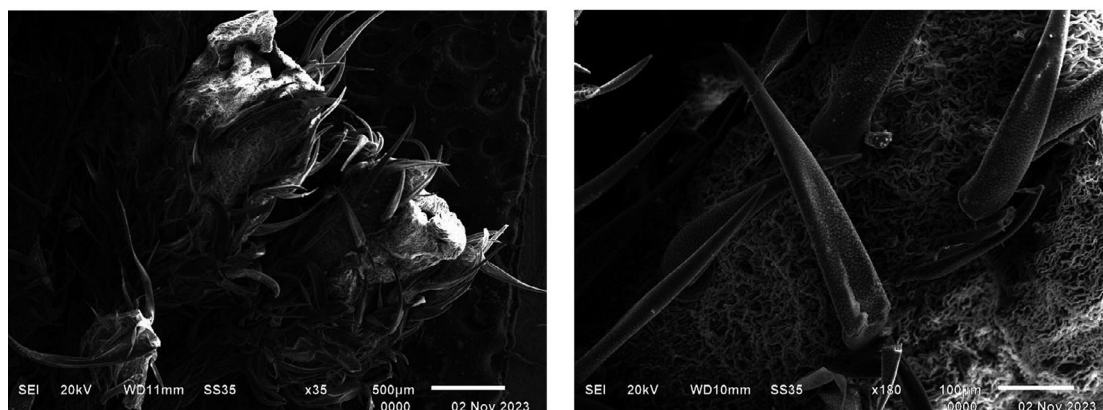


Рисунок 1. Морфолого-анатомические признаки асперуги лежащей цветка

Figure 1. Morphological and anatomical characteristics of *Asperugo procumbens* flower

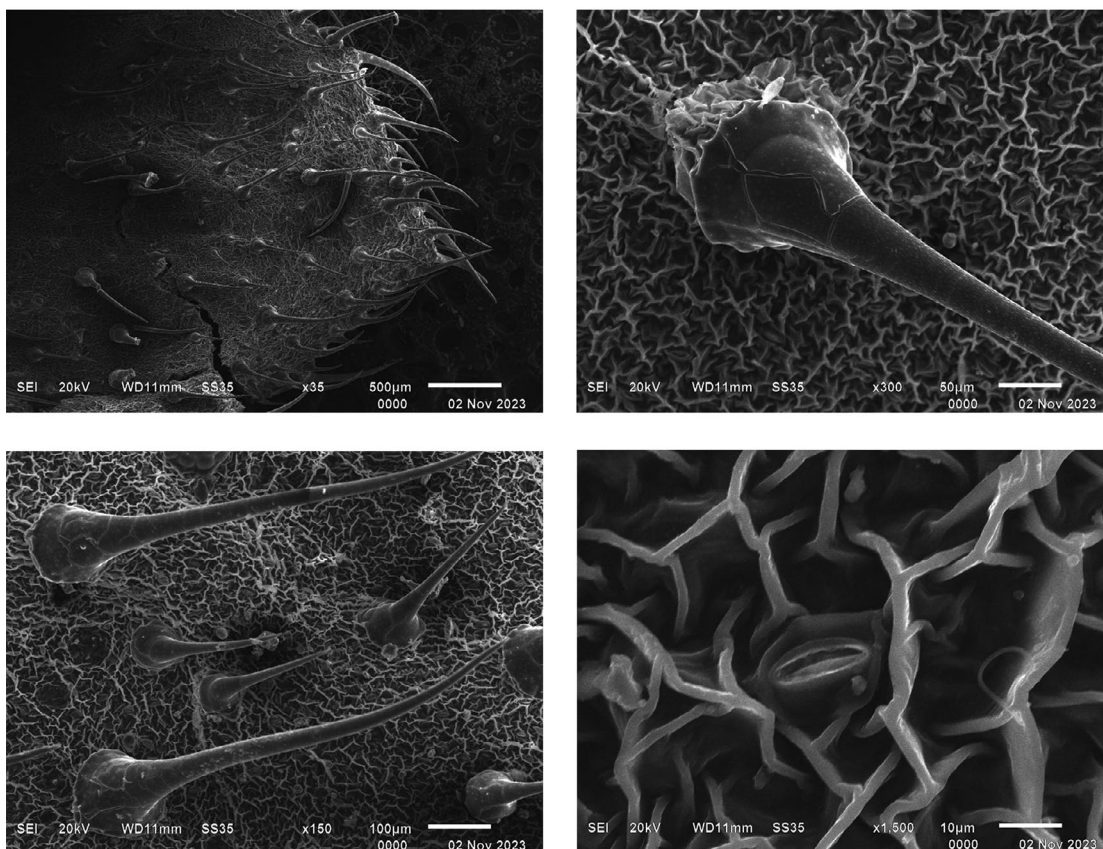


Рисунок 2. Морфолого-анатомические признаки асперуги лежащей листа (верхняя сторона)

Figure 2. Morphological and anatomical signs of *Asperugo procumbens* leaf (upper side)

На нижней стороне листа трихомы встречаются с той же частотой, что и сверху. При детальном рассмотрении следует отметить, что клеточные стенки волосков более плотные и жесткие, чем на верхней стороне, основание округлое, сильно расширенное (рисунок 3). Трихомы по краю листовая пластинки сильно сближены, располагаются агломератами от двух до четырех волосков.

Метод растровой электронной микроскопии, помимо оценки микроскопических признаков, позволяет проводить микрорентгенструктурный анализ, что может быть использовано для предварительных исследований по оценке содержания заданного спектра элементов в определенной точке объекта. Данные по количественному содержанию элементов в рамках обозначенной зоны на поверхности

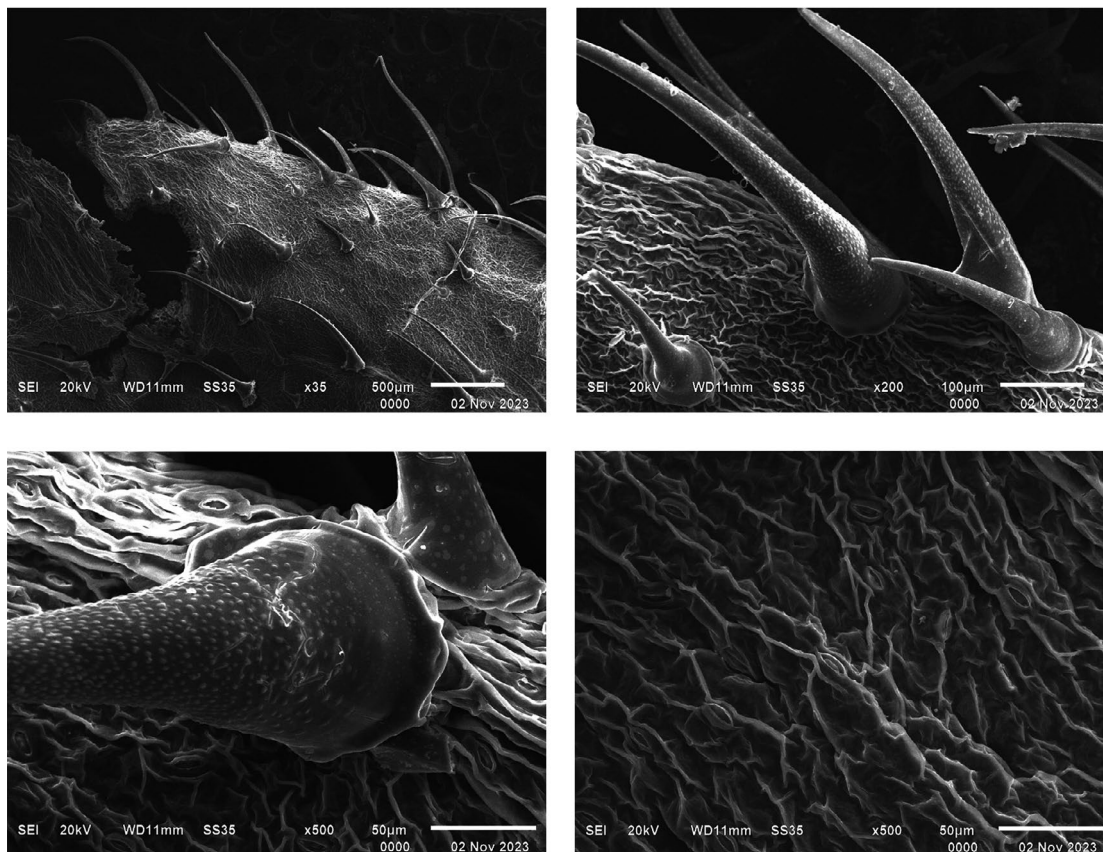


Рисунок 3. Морфолого-анатомические признаки асперуги лежачей листа (нижняя сторона)

Figure 3. Morphological and anatomical signs of *Asperugo procumbens* leaf (underside)

листа и лепестках чашечки асперуги лежачей представлены в таблице 1.

При оценке полученных результатов ввиду органической природы изучаемых образцов не принималось во внимание высокое количество углерода и

кислорода. Во всех объектах исследования отмечено большое количество калия. Выявлено, что состав и количественные характеристики элементов в тканях листа и лепестках чашечки разнятся. Установлено, что магний, фосфор и сера в большем количестве на-

Таблица 1. Содержание некоторых элементов в заданной области эпидермиса листа и цветка асперуги лежачей

Table 1. The content of some elements on the surface of the leaf and calyx petals tissues of *Asperugo procumbens*

Элемент Element	Верхняя сторона Top side		Нижняя сторона Bottom side		Лепестки чашечки Calyx petals	
	Вес Weight	Атом Atom	Вес Weight	Атом Atom	Вес Weight	Атом Atom
C	51,43	60,67	57,56	66,57	61,30	70,84
O	36,99	32,76	30,77	26,71	29,69	25,76
N	3,09	3,13	3,79	3,76	–	–
Mg	0,32	0,19	0,28	0,16	0,48	0,27
Na	0,33	0,20	0,18	0,11	–	–
Si	1,01	0,51	0,04	0,02	0,16	0,08
P	0,22	0,10	0,15	0,07	0,39	0,18
S	0,51	0,23	0,50	0,22	0,60	0,26
K	6,10	2,12	6,72	2,39	5,69	2,02
Ca	–	–	–	–	1,68	0,58

ходятся в лепестках чашечки, где не был обнаружен азот, а натрий и кремний лидируют по содержанию в тканях верхней стороны листа. Наличие кальция показано только в лепестках чашечки.

Заключение

Изучение анатомо-морфологических признаков асперуги лежачей методом растровой электронной микроскопии было проведено впервые. В результате исследования были уточнены и визуализированы главные идентификационные особенности асперуги лежачей травы, некоторые признаки были установлены впервые, а также выявлена их топография. В результате предварительной оценки присутствия наиболее распространенных элементов показано различие как в качественном, так и в количественном их содержании в заданной области эпидермиса листа и лепестков чашечки. Выявлено высокое содержание калия в изучаемых частях растения.

Литература

1. Магкоев Т. Т., Силаев И. В., Тваури И. В., Радченко Т. И., Сапунова Н. В., Созаев З. Т. Физические основы растровой электронной микроскопии. Владикавказ: Северо-Осетинский государственный университет имени К. Л. Хетагурова; 2022. 187 с.
2. Лунев А. А. Основы растровой электронной микроскопии и подготовка образцов. *Молодой ученый*. 2021;21(363):98–101.
3. Дампилова Б. В., Зонхоева Э. Л. Исследование природных лантансодержащих цеолитов методом растровой электронной микроскопии. *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2019;19(2):192–199. DOI: 10.17308/sorpchrom.2019.19/738.
4. Беляев А. Г., Ковалева А. Е., Пьяникова Э. А., Калужских А. Г. Изучение макроэлементного состава хлебобулочных изделий, обогащенных продуктами кипрея узколистного, с использованием растровой электронной микроскопии. *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания*. 2019;3:18–26.
5. Камышинский Р. А., Пацаев Т. Д., Тенчури Т. Х., Загоскин Ю. Д., Григорьев Т. Е., Дариенко К. А., Пантелеев А. А., Чвалун С. Н., Васильев А. Л. Растровая электронная микроскопия в естественной среде дермальных фибробластов на полимерных матриксах различного типа. *Кристаллография*. 2020;65(5):794–797. DOI: 10.31857/S0023476120050100.
6. Гилев М. В., Ананьев М. В., Измоденова М. Ю. Антропова И. П., Степанов С. И., Еремин В. А., Фарленков А. С., Кисимов А. А. Способ подготовки образцов костной ткани человека для исследования методом растровой электронной микроскопии. Патент РФ на изобретение № 2688944 С1. 23.05.2019. Доступно по: https://elibrary.ru/download/elibrary_38148164_70397012.PDF. Ссылка активна на 10.05.2025.
7. Полковникова Ю. А., Тульская У. А., Чупандина Е. Е. Морфологические и технологические особенности микрокапсулированных форм фенибута. *Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация*. 2017;3:110–113.
8. Гудкова А. А., Чистякова А. С., Синецкая Д. А., Сливкин А. И., Болгов А. С., Болгова М. А. Растровая электронная микроскопия в анализе видов рода *Persicaria* Mill. *Разработка и регистрация лекарственных средств*. 2022;11(1):99–105. DOI: 10.33380/2305-2066-2022-11-1-99-105.
9. Мотылева С. М. Сравнительные исследования морфолого-анатомических признаков листьев представителей рода *Prunus* L. s. l. методом растровой электронной микроскопии. *Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии*. 2017;16:135–138.
10. Ковалёва Н. А., Тринеева О. В. Применение растровой электронной микроскопии для изучения морфолого-анатомических признаков облепихи крушиновидной листьев. *Разработка и регистрация лекарственных средств*. 2023;12(2):79–86. DOI: 10.33380/2305-2066-2023-12-2-79-86.
11. Babaeian M., Naseri M., Kamalinejad M., Ghaffari F., Emadi F., Feizi A., Hosseini Yekta N., Adibi P. Herbal Remedies for Functional Dyspepsia and Traditional Iranian Medicine Perspective. *Iranian Red Crescent Medical Journal*. 2015;17(11):e20741. DOI: 10.5812/ircmj.20741.
12. Hamidova L. The analysis of integration of ethnobotanical data to information system. *International Journal of Open Information Technologies*. 2022;10(2):27–35.
13. Koohdar F., Sheida M. Molecular barcoding of *Melissa officinalis* L. (badranjboye) in Iran and identification of adulteration in its medicinal services. *BMC Plant Biology*. 2022;22:587. DOI: 10.1186/s12870-022-03957-3.
14. Koohdar F., Shahid M. Molecular Barcoding of *Melissa Officinalis* L. (Badranjboye) in Iran and Identification of Adulteration in Its Medicinal Services. *Research Square*. 2021. DOI: 10.21203/rs.3.rs-944116/v1.
15. Thorghabe E. H., Jafarirad S., Sozani M. Studies on traditional phytomedicines in the torghaben-shandiz biosphere reserve (binalood mauntein, Iran). Quantitative aspects and pharmaceutical uses of wild herbs. *PharmacologyOnLine*. 2019;2:54–93.
16. Łazarski G. *Asperugo Procumbens*: a Review of Botany, Traditional Uses, Phytochemistry and Pharmacology. *Pakistan Journal of Medical and Health Sciences*. 2021;15(10):3092–3095. DOI: 10.53350/pjmhs2115103092.
17. Mirshafa S.-A., Azadbakht M., Ahangar N. Study of Anti-depressant and Sedative-Hypnotic Activity of Hydroalcoholic Extract of *Asperugo procumbens* L. Aerial Parts in Mice. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*. 2013;12(3):529–535.
18. Abdullah F. O., Hussain F. H. S., Sardar A. S., Vita-Finzi P., Vidari G. Phytochemistry and Ethnopharmacology of Medicinal Plants Used on Safeen Mountain in the Kurdistan Region of Iraq. *Natural Product Communications*. 2016;11(12):1923–1927. DOI: 10.1177/1934578X1601101236.
19. Zarghami M., Chabra A., Azadbakht M., Khalilian A., Asghar A. Hoseini. Antidepressant effect of *Asperugo procumbens* L. in comparison with fluoxetine: a randomized double blind clinical trial. *Research Journal of Pharmacognosy*. 2018;5(3):15–20.
20. Barykina R. P., Alyonkin V. Y. Pubescence of vegetative organs and trichome micromorphology in some Boraginaceae at different ontogenetic stages. *Wulfenia*. 2016;23:1–29.

References

- Magkoev T. T., Silaev I. V., Tvauro I. V., Radchenko T. I., Sapunova N. V., Sozaev Z. T. Physical foundations of scanning electron microscopy. Vladikavkaz: North Ossetian State University named after K. L. Khetagurov; 2022. 187 p. (In Russ.)
- Lunev A. A. Fundamentals of scanning electron microscopy and sample preparation. *Molodoi uchenyi*. 2021;21(363):98–101. (In Russ.)
- Dampilova B. V., Zonkhoeva E. L. Investigation of natural lanthane-containing zeolites by the method of raster electronic microscopy. *Sorbtsionnye i Khromatograficheskie Protsessy*. 2019;19(2):192–199. (In Russ.) DOI: 10.17308/sorpchrom.2019.19/738.
- Belyaev A. G., Kovaleva A. E., Pyanikova E. A., Kaluzhskikh A. G. Study of the macroelement composition of bakery products enriched with fireweed angustifolia products using scanning electron microscopy. *Tehnologii pishhevoj i pererabatyvayushhej promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya*. 2019;3:18–26. (In Russ.)
- Kamyshinsky R. A., Patsaev T. D., Tenchurin T. K., Zagoskin Yu. D., Grigoriev T. E., Darienko K. A., Panteleev A. A., Chvalun S. N., Vasiliev A. L. Environmental scanning electron microscopy of dermal fibroblasts on various types of polymer scaffolds. *Kristallografija*. 2020;65(5):794–797. (In Russ.) DOI: 10.31857/S0023476120050100.
- Gilev M. V., Ananyev M. V., Izmodenova M. Yu. Antropova I. P., Stepanov S. I., Eremin V. A., Farlenkov A. S., Kisi-mov A. A. Method for preparing human bone tissue samples for examination by scanning electron microscopy. Patent RUS No. 2688944 C1. 23.05.2019. Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_38148164_70397012.PDF. Accessed: 10.05.2025. (In Russ.)
- Polkovnikova Yu. A., Tulskeya U. A., Chupandina E. E. Morphological and technological features of microencapsulated forms of phenibut. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy*. 2017;3:110–113. (In Russ.)
- Gudkova A. A., Chistyakova A. S., Sinetskaya D. A., Slivkin A. I., Bolgov A. S., Bolgova M. A. Scanning Electron Microscopy in the Analysis of Species of the Genus *Persicaria* Mill. *Drug development & registration*. 2022;11(1):99–105. (In Russ.) DOI: 10.33380/2305-2066-2022-11-1-99-105.
- Motyleva S. M. Comparative studies of the morphological and anatomical characteristics of the leaves of representatives of the genus *Prunus* L. s. l. by scanning electron microscopy. *Problemy botaniki Yuzhnoy Sibiri i Mongolii*. 2017;16:135–138. (In Russ.)
- Kovaleva N. A., Trineeva O. V. Application of Scanning Electron Microscopy to Study Morphological and Anatomical Features of Sea Buckthorn Leaves. *Drug development & registration*. 2023;12(2):79–86. (In Russ.) DOI: 10.33380/2305-2066-2023-12-2-79-86.
- Babaeian M., Naseri M., Kamalinejad M., Ghaffari F., Emadi F., Feizi A., Hosseini Yekta N., Adibi P. Herbal Remedies for Functional Dyspepsia and Traditional Iranian Medicine Perspective. *Iranian Red Crescent Medical Journal*. 2015;17(11):e20741. DOI: 10.5812/ircmj.20741.
- Hamidova L. The analysis of integration of ethnobotanical data to information system. *International Journal of Open Information Technologies*. 2022;10(2):27–35.
- Koohdar F., Sheida M. Molecular barcoding of *Melissa officinalis* L. (badranjboye) in Iran and identification of adulteration in its medicinal services. *BMC Plant Biology*. 2022;22:587. DOI: 10.1186/s12870-022-03957-3.
- Koohdar F., Shahid M. Molecular Barcoding of *Melissa Officinalis* L. (Badranjboye) in Iran and Identification of Adulteration in Its Medicinal Services. *Research Square*. 2021. DOI: 10.21203/rs.3.rs-944116/v1.
- Thorghabe E. H., Jafarirad S., Sozani M. Studies on traditional phytomedicines in the torghaben- shandiz biosphere reserve (binalood mauntein, Iran). Quantitative aspects and pharmaceutical uses of wild herbs. *PharmacologyOnline*. 2019;2:54–93.
- Łazarski G. *Asperugo Procumbens*: a Review of Botany, Traditional Uses, Phytochemistry and Pharmacology. *Pakistan Journal of Medical and Health Sciences*. 2021;15(10):3092–3095. DOI: 10.53350/pjmhs2115103092.
- Mirshafa S.-A., Azadbakht M., Ahangar N. Study of Anti-depressant and Sedative-Hypnotic Activity of Hydroalcoholic Extract of *Asperugo procumbens* L. Aerial Parts in Mice. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*. 2013;12(3):529–535.
- Abdullah F. O., Hussain F. H. S., Sardar A. S., Vita-Finzi P., Vidari G. Phytochemistry and Ethnopharmacology of Medicinal Plants Used on Safeen Mountain in the Kurdistan Region of Iraq. *Natural Product Communications*. 2016;11(12):1923–1927. DOI: 10.1177/1934578X1601101236.
- Zarghami M., Chabra A., Azadbakht M., Khalilian A., Asghar A. Hoseini. Antidepressant effect of *Asperugo procumbens* L. in comparison with fluoxetine: a randomized double blind clinical trial. *Research Journal of Pharmacognosy*. 2018;5(3):15–20.
- Barykina R. P., Alyonkin V. Y. Pubescence of vegetative organs and trichome micromorphology in some Boraginaceae at different ontogenetic stages. *Wulfenia*. 2016;23:1–29.